الرواسب الطينية الاقتصادية

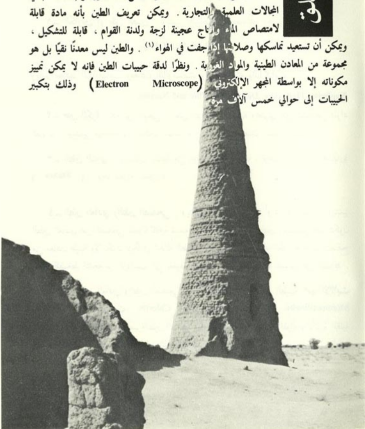
بالمملكة العربية السعودية

التركيب المعدني والتوزيع الجغرافي

الدكتور : أحمد عبد القادر المهندس

١٨٠ الدارة

تطلق كلمة طين على مواد التربة المبتلة ، وتستعمل كلمة طين أو (CLAY) في المجالات العلمية والتجارية . ويمكن تعريف الطين بأنه مادة قابلة لامتصاص الماء وإنتاج عجينة لزجة ولدنة القوام ، قابلة للتشكيل ، ويمكن أن تستعيد تماسكها وصلابتها إذا جفت في الهواء(١) . والطين ليس معدنًا نقيًا بل هو مجموعة من المعادن الطينية والمواد الغريبة . ونظرًا لدقة حبيبات الطين فإنه لا يمكن تمييز مكوناته إلا بواسطة المجهر الإلكتروني (Electron Microscope) وذلك بتكبير الحبيبات إلى حوالي خمس آلاف مرة .



وتتميز بللورات معادن الصلصال (CLAY) بالشكل الصفيحي أو الأنبوبي أو الشريطي أو الخيطي . ولهذه الأشكال أهمية كبيرة في تحديد المادة الطينية وخصائصها . وتختلف معادن الصلصال عن بعضها البعض اختلافًا كبيرًا من الناحية البللورية ، ولكنها لا تختلف كثيرًا من ناحية تركيبها الكيميائي . ويمكن تقسيم المواد الطينية حسب تكوينها المعدني إلى :

١ ـ **الكاولين أو طين الصين** : ويتميز بالبياض ، ومعادلته الكيميائية هي :

$$Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$$

ويضم معادن الكاولينايت ومعادن الهالويسايت والانديلايت والناكرايت

Kaolinite, Halloysite, Dickite, Endellite and Nacrite.

٢ ـ **طين الكرة** : ذو لون أبيض ، عالي اللزوجة واللدونة ويحتوي على كمية من المواد الغروية ، ويتميز بتماسكه ، ويتكون أساسًا من الكاولين ومعدن السيريسايت .

٣ ـ **الطين الناري** : ويتكون أساسًا من معدن الكاولينايت ، ويخلو من المواد الصهّارة (**Fluxes**) ، وهو مقاوم للحرارة .

٤ ـ **الطين العادي والطين الصفحي** : ويتكون من مواد طينية أو شبيهة بالطين . ويتميز الطين العادي عن الصفحي بلدونة كافية تسمح له بالتشكيل ، أما الطين الصفحي فهو يتكون من معادن طينية ولا يكون لزجًا في الحالة الطبيعية . وقد اكتسب هذا الطين خاصية التصفح نتيجة للضغط المتجه من الرواسب التي تعلوه وترتيب المعادن الصفائحية عموديًا على الضغط .

ويحتوي الطين العادي والطين الصفحي على مجموعات من المعادن الطينية أهمها **الإلايت Illite والكلورايت Chlorite والمونتمور يللونايت Montmorillonite بالإضافة إلى الكاولين** . ويتميز الطين العادي والطين الصفحي بوجود المواد والأتربة القلية والمعادن الحديدية التي تكسب الطين اللون الأحمر بعد الحرق . ويحتوي الطين العادي والطين

الصفحي عليه كمية أقل من **مادة الألومينا** Al_2O_3 مما يحتوي عليه طين الكرة والطين الناري والكاولين .

٥ ــ **الأتربة القاصرة** : وهي مواد ترابية تشبه الطين العادي إلا أنها لا تتصف باللدونة ، وتتميز بقدرتها على قصر الألوان ، كما تتميز بأشكال إبرية . وتشتمل على معدن الأتابولفايت **Attapulgite** أو معدن **البالفور سكايت** **Palygorskite** وهي معادن تتكون من سيليكات الألمنيوم والمغنسيوم المائية بالإضافة إلى معادن المونتموريللونايت . وغالبًا ما تحتوي هذه الأتربة على الأوبال أو السيليكا الغروية .

٦ ــ **البنتونايت** **Bentonite** : ويتكون أساسًا من معادن المونتموريللونايت والبرولايت . ويمكن أن يحتوي على معدن السمكاتايت أو الطين الأخضر . ويتميز البنتونايت الصودي بقابليته على امتصاص الماء والانتفاخ إلى أضعاف حجمه الأصلي .

• لمحة تاريخية :

عرفت الحضارات الشرقية خصائص الرواسب الطينية أو المواد الصلصالية من حيث استعمالها ، وقد اتخذت منها مواد لصنع الأواني المختلفة والمصابيح والآجر . واتسع مجال استعمالات المواد الطينية المحروقة وغير المحروقة في **حضارات وادي النيل وما بين النهرين** . ولعل الحضارات الصينية القديمة كانت من أول الحضارات في مجال استخدام أنواع من الصلصال الأبيض النقي ثم انتقل استعمال هذا النوع من الصلصال إلى خارج الصين حاملاً معه اسم **موقع صيني شهير هو كاولنغ** **Kaoling** **أي الجبال الشاهقة**(٣) .

ولا يزال الطين مادة بناء أساسية في كثير من الأقاليم الجافة من العالم وكان الطين هو المادة الرئيسة في البناء في كثير من المدن والقرى بالمملكة العربية السعودية ، إذ كان يستعمل بديلاً عن الأسمنت بعد خلطه بالجير أو التبن لإكسابه بعض التماسك لمقاومة عوامل التجوية الفيزيائية . ولا تزال كثير من البيوت المبنية من الطين (أو اللبن) تقاوم مرور الزمن وعوامل التجوية في بيوت

الطين الموجودة بالرياض والدرعية وغيرها من مدن وقرى المملكة العربية السعودية .

وتتميز هذه البيوت المبنية من الطين بجمالها المعماري وبانخفاض درجة حرارتها خلال فصل الصيف وببعض المزايا البيئية التي تحتاج إلى دراسة تفصيلية (انظر الصور رقم ١ ، ٢ ، ٣) .

● رواسب الطين الاقتصادية بالمملكة العربية السعودية :

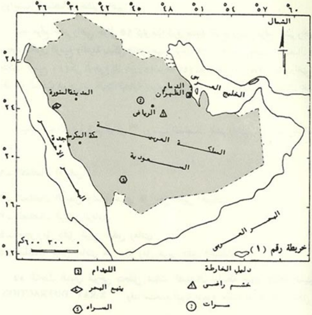
بدأت دراسة رواسب الطين وبخاصة رواسب الصلصال ما بين عامي ١٣٩١ و١٣٩٢ هـ وذلك بواسطة مركز الأبحاث والتنمية بالرياض ووزارة البترول والثروة المعدنية .

إن الغرض من هذا المقال هو استعراض بعض المعلومات المتعلقة بالتركيب المعدني لرواسب الطين الهامة بالمملكة العربية السعودية وتوزيعها الجغرافي .

ويركز هذا المقال على النواحي المعدنية والجيولوجية لرواسب الطين الهامة وبخاصة الرواسب الصلصالية ، بالرغم من أن هناك بعض المناطق التى تحتوي على الصلصال أول الرواسب الطينية والتي لم أتناولها بالدراسة نظرًا لعدم أهميتها من الناحية الاقتصادية والجيولوجية أو لعدم وجود أبحاث كافية لمعرفة مكوناتها المعدنية وطبيعتها الجيولوجية .

وتوجد رواسب الطين الاقتصادية في عدة مواقع بالمملكة العربية السعودية ، وقد قام مركز الأبحاث والتنمية بالرياض بدراسة اقتصادية على رواسب الطين ، وبخاصة رواسب الصلصال من أجل صناعة الخزف بالمملكة ، ونتيجة لذلك فقد شجعت وزارة البترول والثروة المعدنية باحثيها لدراسة رواسب الطين المعروفة بالمملكة ، كما أن بعض الباحثين بجامعة الملك سعود قد قاموا ببعض الأبحاث العلمية لدراسة النواحي الفيزيائية والجيولوجية لهذه الرواسب الهامة .

وتوجد رواسب الطين ذات القيمة الاقتصادية في الوقت الحاضر في المواقع التالية : **(انظر الخريطة رقم ١)** :


٣٦°
٣٩°
٤٢°
٤٥°
٤٨°
٥١°
٥٤°
٥٧°
٦٠°
٢٨°
٢٤°
٢٠°
١٦°
١٢°
الشمال
الخليج العربي
الدمام
الظهران
المدينة المنورة
الرياض
مكة المكرمة
جدة
البحر الأحمر
المملكة العربية السعودية
البحر العربي
خريطة رقم (١)
٠ ٣٠٠ ٦٠٠كم
دليل الخارطة
خشم راضي
مرات
الليدام
ينبع البحر
السراء

خريطة جغرافية لرواسب الطين الاقتصادية بالمملكة العربية السعودية .

١ ـ رواسب الصلصال بخشم راضي بمنطقة الرياض .
٢ ـ رواسب اللايترايت في جبال السروات بمنطقة عسير .
٣ ـ رواسب الطين بتكون الليدام بالمنطقة الشرقية .
٤ ـ رواسب الطين بمنطقة ينبع البحر .
٥ ـ رواسب الطين والصلصال بتكون مرات ، منطقة الرياض .

رواسب الصلصال بخشم راضي :

يبعد موقع خشم راضي حوالي ٤٥ كيلو مترًا شرق مدينة الخرج ويتميز موقع خشم راضي بوجود متكوني الوسيع والعرمة بشكل ظاهر وجيد . توجد ثلاثة آفاق من رواسب الصلصال في متكون الوسيع ، ويمكن الرجوع إلى باورز ومجموعته (٤) لمعرفة جيولوجية موقع خشم راضي . وقد قام الباحث فيوجي من البعثة اليابانية بدراسة جيولوجية مفصلة لرواسب الصلصال بخشم راضي .

ونتيجة لهذه الدراسة قسم فيوجي (٥) رواسب الصلصال بخشم راضي إلى خمس طبقات كالتالي :

١ ـ الصلصال الأبيض .

٢ ـ الصلصال الأبيض والذي يحتوي على رمل دقيق الحبيبات .

٣ ـ الصلصال الرقائقي الرمادي .

٤ ـ حجر رملي دقيق غريني أبيض رمادي .

٥ ـ صلصال أبيض رمادي مع حجر رمل غريني دقيق الحبيبات .

قام الباحث الياباني فيوجي بتحليل عينات الصلصال بواسطة حيود الأشعة السينية X-RAY DIFFRACTION وقد استخدم أنبوبة إشعاع نحاسية مع فلتر من النيكل .

عُرضت عينات الصلصال المواجهة نسبيًا للأشعة السينيةمن ٢° إلى ٤٠° 2Θ عند معدل يبلغ (٢° 2Θ) في الدقيقة . وقد أثبتت نتائج التحليل الاشعاعي بواسطة حيود الأشعة السينية أن الصلصال الأبيض هو عبارة عن صلصال أوكاولين نقي . وتدل الدراسة الإشعاعية أن إنعكاس **المستويات البللورية هـ ك ل** (**hkl**) ما بين درجات [٢٠° إلى ٢٢° 2Θ] هي انعكاسات منفصلة بشكل واضح جدًا ، مما يدل على أن هذا المعدن هو معدن **الكاولينايت Kaolinite** المنتظم من الناحية البللورية . أما طبقات الصلصال الأخرى فهي

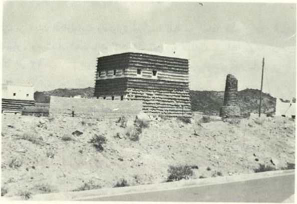
تتكون من معدن الكاولينايت والكوارتز مع كمية قليلة من المعادن الأخرى مثل **السيدرايت والفلسبار** . وحيث أن انعكاسات المستويات البللورية هـ ك ل (**hkl**) ما بين درجات [**٢٠° إلى ٢٢°**] غير موجودة ، فإن هذا يدل على معدن الكاولينايت في طبقات الصلصال الأخرى من النوع الغير منتظم بللوريًا .

وقد قام الباحث الهيثي ومجموعته(٦) وهم من جامعة الملك سعود بفحص عينات الصلصال من موقع خشم راضي وذلك لدراستها من الناحية الفيزيائية . وقد أثبتت دراستهم التي اعتمدوا فيها على حيود الأشعة السينية بأن العينات الصلصالية تتأثر بالحرارة تأثرًا واضحًا . فعند فحص العينات التي سخنت لدرجة **٦٠٠° مئوية** قبل تعريضها للأشعة السنية ، وجد أن هذه العينات تبدي خطوطًا مميزة لمعدن لا ـ كوارتز ، وعند درجة **١٠٠٠° مئوية** تعطي خطوطًا لا ـ الومينا و β ـ كريستوبالايت ، وخطوطًا أوضح من مادة **الملايت** وعند درجة ١٤٠٠° مئوية فإن خطوط **الملايت و**β **ـ كريستوبلايت** قد أزيحت .

أما الباحث مشرف(٧) وهو أيضًا من **جامعة الملك سعود** فقد خلل عينات الطين والطين الصفحي من مكونات البويب والبياض والوسيع والتي تشمل موقع خشم راضي (انظر الشكل رقم ٢) . وقد دلت الدراسة التي استخدم فيها حيود الأشعة السينية أن معدن الكاولينايت هو المعدن الرئيسي في رواسب الصلصال بمتكوني البياض والوسيع مع كمية قليلة من **معادن الإلايت والمونتوريللونايت** .

٢ ـ رواسب اللاتيرايت بمنطقة عسير :

تقع رواسب **اللاتيرايت** ذات الألوان المختلفة ، والتي تتراوح ألوانها مابين الأحمر والأصفر والأبيض تحت صخور البازلت في جبال السرات **بمنطقة عسير في جنوب غرب المملكة العربية السعودية ما بين خطي عرض ١٧° و٤٥° ، ١٨° و٢٠′ شمالاً ، وخطي طول ٤٣° و٣٠′ شرقًا ، وتغطي رواسب اللايترايت مساحة تقدر بحوالي ١٠٠٠ كم^{٢} . وتوجد معادن الصلصال كمكون رئيسي لرواسب اللايترايت في جبال السرات بمنطقة عسير. وقد درست رواسب اللايترايت**



صورة رقم (١)

منظر لبعض المساكن الطينية في المنطقة الجنوبية من المملكة العربية السعودية . انظر أيضًا برج المراقبة المتداعي أو الحصن الذي كان يستخدم لتخزين الحبوب وغيرها ولأغراض الحرب . لاحظ التناسق المعماري لهذه المساكن ، ووجود الرقف الذي يحمي هذه البيوت من شدة الأمطار في ذلك الجزء من المملكة العربية السعودية .

بواسطة التحليل الحراري التفاضلي Differential Thermal Analysis بالإضافة إلى التحليل بواسطة حيود الأشعة السينية . وقد قام بهذه الدراسة الباحث أوفر ستريت ومجموعته(٨) من البعثة الجيولوجية الأمريكية .

إن نتائج التحاليل المختلفة عن رواسب اللايترايت تدل على أن مجموعة الكاولينايت هي المكون الرئيسي لرواسب اللايترايت ، كما أن معدن الكوارتز يوجد بكميات كبيرة في بعض العينات . أما معدن **المونتموريللونايت** فهو ذو تبللور غير واضح وغير منتظم . ويوجد معدن

الإلايت بكمية قليلة في قليل من العينات التي لم تتعرض للتعرية الشديدة .

٣ ـ رواسب الطين بمتكون الليدام . المنطقة الشرقية :

تقع رواسب الطين بمتكون **الليدام** ، جنوب غرب مدينة الدمام بالمنطقة الشرقية ، وتبعد حوالي ٧٠ كيلومترًا عنها . وقد لخص باورز ومجموعته(٩) جيولوجية المنطقة . وقد أثبت الحفر بمتكون الليدام أن هناك طبقتين من الطين يبلغ سمكها حوالي ثمانية أمتار ، وتنفصل الطبقتان عن بعضها بطبقة من الحجر الرملي يبلغ سمكها من **١ ـ ٣ أمتار** وذلك لتغير السمك من مكان لآخر .

وقد أثبتت التحاليل بواسطة حيود الأشعة السينية تشابهًا كبيرًا في المعادن في طبقتي الطين المنفصلتين . وتتكون الرواسب الطينية هنا من معدن الإلايت كمعدن رئيسي بالإضافة إلى معدن **الكاولينايت** الإضافي ومعدني **الإلايت ـ سمكتايت** ، كما تحتوي هذه الرواسب الطينية على كمية أقل من معدن **الكوارتز والدولومايت**(١٠)

٤ ـ رواسب الطين بمنطقة ينبع البحر :

تقع رواسب الطين شمال مدينة ينبع البحر ، وتبعد حوالي سبعة كيلو مترات عنها . وتوجد هذه الرواسب على شرفة حصباوية والتي ترتفع حوالي ستة أمتار فوق السهل الرملي المحيط بها . وتُغطى رواسب الطين بطبقة من الرسوبيات في الوادي .

وتظهر تحاليل حيود الأشعة السينية أن رواسب الطين تتكون من معدني المونتموريللونايت والكاولينايت بالإضافة إلى كمية قليلة من معادن **الإلايت والكورايت والكوارتز**(١١) . وتدل التحاليل الحرارية التفاضلية على أن معظم الرواسب الطينية في منطقة ينبع البحر تتكون من معدن المونتموريللونايت والذي يتميز بإعطاء كمية كبيرة من الماء ما بين درجتي حرارة ٨٠ و٢٠٠° مئوية ، كما يتميز بفقدان ماء التلور خلال التفاعل الاندوثيرمي عند حوالي درجة **٥٣٠°**

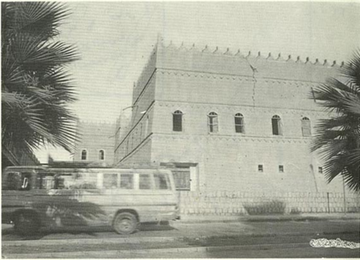
مثوية . كما تبين التحاليل الحرارية التفاضلية **DTA** وجود معدن الإلالايت مع بعض أكاسيد الحديد . ولا توجد أي آثار مميزة لمعدن **الكاولينايت** .

٥ ـ رواسب الطين بمرات . منطقة الرياض :

يتميز متكون مرات الأوسط (**العصر الجوراسي السفلي**) بأنه يتكون من الأحجار الرملية والطينية ذات اللون الأحمر الداكن . ويوجد أقصى سمك للأحجار الطينية عند قرية مرات وما حولها ، حيث يكون السمك هناك حوالي **٥٧ مترًا** (**انظر الصورة رقم ٤**) . **وتبعد قرية مرات حوالي مائتي كيلو مترًا غرب مدينة الرياض** . أما جيولوجية المنطقة فيمكن معرفتها بالرجوع إلى باورز ومجموعته⁽¹²⁾ . والأشعة⁽¹³⁾ (انظر خريطة رقم ٣) . وفي **مدينة مرات** يمكن ملاحظة طبقات الطين الصلصالية التي يمكن استغلالها لصناعة منتجات الصلصال للبناء واستخراج الألومينا ، كما يتضح هذا من تقرير لورينت والحبشي ، ويمكن أن يصل الاحتياطي لهذه الرواسب حوالي **١٠٠٠ مليون طن**⁽¹⁴⁾ .

ويعتقد عابد⁽¹⁵⁾ بأن الطبقات الحمراء التي تتميز بها الرواسب الطينية الصلصالية في متكون مرات قد نتجت عن عملية لترتة **Laterization** كاملة أو جزئية في منطقة استوائية رطبة . وعلى هذا فإنه أمكن بعملية الترتة للأجسام الجرانيتية بالدرع العربية إلى الغرب من **قرية مرات** أن تنتج تربة اللايترايت التي تكونت حول وفي داخل **البحر التوآرسي** **Toarcian Sea** **بالعصر الجوراسي** .

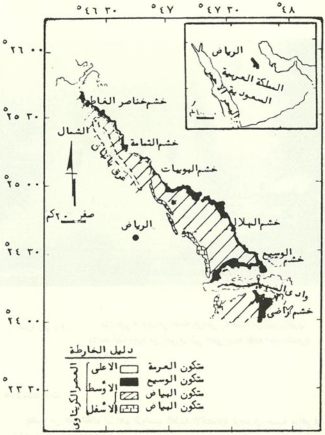
ويقوم كاتب هذا المقال بدراسة رواسب الطين الصلصالية بمتكون مرات من النواحي المعدنية والجيوكيميائية لمعرفة المميزات المعدنية والجيوكيميائية لهذه الرواسب . وقد دلت النتائج الأولية لتحاليل حيود الأشعةالسينية . انظر الجدول رقم ١ والتحاليل الحرارية التفاضلية أن رواسب الصلصال في متكون مرات تتكون من معدن الكاولينايت كمعدن رئيسي مع كمية قليلة من معدني الإلايت/ مونتمور يللونايت كطبقات متداخلة ، بالإضافة إلى **معدني الكوارتز والهماتايت**⁽¹⁶⁾ .



صورة رقم (٢) منزل طيني قديم في حي الفوطة بالرياض . لاحظ تناسق البنيان المعاري . ولاحظ أيضًا وجود شق رأسي في المبنى الطيني نتيجة لتقادم العهد وللتجوية الفيزيائية .

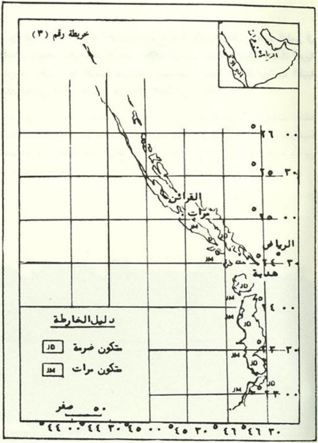
• الاستنتاجات :

يتضح من هذا المقال أن أهم الرواسب الطينية الاقتصادية توجد في خمسة مواقع في الوقت الحاضر ، وربما يُكتشف في المستقبل المنظور المزيد من هذه الرواسب الاقتصادية في مواقع أخرى من المملكة العربية السعودية .


٤٦ ٣٠°
٤٧°
٤٧ ٣٠°
٤٨°
٢٦ ٠٠°
٢٥ ٣٠°
٢٥ ٠٠°
٢٤ ٣٠°
٢٤ ٠٠°
٢٣ ٣٠°
الرياض
المملكة العربية
السعودية
خشم خناصر الغاط
الشمال
خشم الشامة
عرق بنبان
خشم الهويمات
صفر ٢٠كم
الرياض
خشم الهلال
خشم الوسيع
وادي السلي
خشم راضي
دليل الخارطة
متكون العرمة
متكون الوسيع
متكون الهياض
متكون الهياض
الاعلى
الاوسط
الاسفل
العصر الكريتاوي

خريطة رقم (٢)

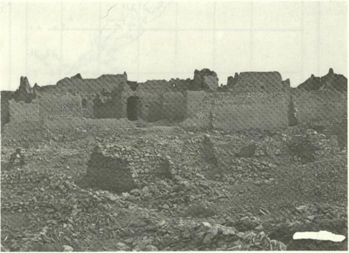
خريطة جغرافية وجيولوجية لرواسب الطين الصلصالية بخشم راضي مع المتكونات الجيولوجية المختلفة (معدلة عن مشرف ، ١٩٧٩ م) .


خريطة رقم (٣)
الرياض
القرائن
مرات
الرياض
هداية
JM
JD
دليل الخارطة
JD متكون ضرمة
JM متكون مرات
٥٠
صفر
٢٦° ٠٠
٢٥° ٣٠
٢٥° ٠٠
٢٤° ٣٠
٢٤° ٠٠
٢٣° ٣٠
٢٣° ٠٠
٤٤° ٠٠
٤٤° ٣٠
٤٥° ٠٠
٤٥° ٣٠
٤٦° ٠٠
٤٦° ٣٠

خريطة جغرافية وجيولوجية لمتكوني مرات وضرمة . وتوجد معظم رواسب الطين الاقتصادية في متكون مرات (معدلة عن الاسعد ، ١٩٧٣ م) .

والواقع أن إنشاء صناعة الخزف واستخراج مادة الالومينا وتطور البحث العلمي في الجامعات والمعاهد سوف يدعم الأبحاث التطبيقية لرواسب الطين الصلصالية بالمملكة العربية السعودية . وتقوم البعثة الفرنسية للدراسات الجيولوجية والمعدنية بدراسة الرواسب الطينية الصلصالية من الناحية الصناعية في مناطق مختلفة من المملكة .

إن الرواسب الطينية الصلصالية بالمملكة لازالت تنتظر كثيرًا من الدراسات المختلفة لاكتشاف كمياتها وأحجامها بالتحديد وامتداداتها الجيولوجية وحجم الاحتياطي منها والقيمة الاقتصادية لها . وهناك بعض المواقع في مناطق مختلفة من الدرع العربية تنتظر مزيدًا من الدراسات لاستغلالها .

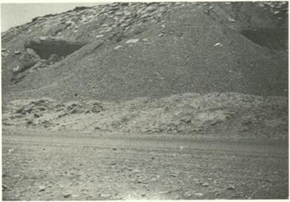


«صورة رقم ٣»

• آثار منازل طينية بمدينة الدرعية الأثرية •

أما الأبحاث المختلفة عن الرواسب الطينية وبخاصة **التربة Soil** من أجل الأغراض الزراعية والهندسية ، فإن هناك أبحاثًا على مناطق مختلفة من المملكة مثل منطقة القصيم والمنطقة الشرقية والمنطقة الجنوبية . ويقوم بهذه الأبحاث سعوديون متخصصون من الجامعات والمعاهد المختلفة .

إن مستقبل صناعة الخزف واستخراج مادة الألومينا لإنتاج الالومنيوم سيكون مستقبلاً مزدهرًا في المملكة العربية السعودية من حيث الاكتفاء الذاتي ، وسوف تنتج المملكة ما يكفيها من هذا الخام لاستخدامه في صناعة الخزف وغيره من الصناعات التي تعتمد على هذه الرواسب الهامة .



«صورة رقم ٤»

- **الصورة تمثل جزءًا من جبل الكميت في مواجهة مدينة مرات ، ويتمثل في هذا الجبل الجزء الأوسط من متكون مرات . ويمكن ملاحظة رواسب الطين الصلصالية ذات اللون الأحمر البني .**

حيود الأشعة السينية لعينة مواجهة
من الطين الصلصالي بمتكون مرات (مدينة مرات)

القيمة رقم	$\overleftarrow{2}\Theta$	Θ	$\sin\Theta$	المسافات بين السطوح الذرية بالانجستروم $\mathring{A}$
١	١٠,٣	٥,١٥	,٠٨٩٧	٩,٩٧
٢	١٣,٨	٦,٩	,١٢٠١	٧,٤
٣	١٤,٥	٧,٢٥	,١٢٦١	٧,١
٤	٢٣,٤	١١,٧	,٢٠٢٧	٤,٤١
٥	٢٤,٤	١٢,٢	,٢١١٣	٤,٢٣
٦	٢٥,١	١٢,٥٥	,٢١٧٢	٤,١٢
٧	٢٧,٥	١٣,٧٥	,٢٣٧٦	٣,٧٦
٨	٢٩,٢	١٤,٦	,٢٥٢	٣,٥٥
٩	٣١,٤	١٥,٧	,٢٧٠٦	٣,٣١
١٠	٣٤,٣	١٧,١٥	,٢٩٤٨	٣,٠٣

REFERENCES

1. **Grim, R. E., 1962.** Applied Clay Mineralogy, New York, Mc Graw-Hill.
2. **Grim, R. E., 1968.** Clay Mineralogy, New York, Mc Graw-Hill.
3. **Fares, M., 1981.** Kaolin Deposits in the Arab World, Arab Mining Journal, Vol. 1, No. 3, 1981.
4. **Powers, R. W., Ramirez, L. F., Redmond, C. D., and Elgerg, Jr., 1966.**Geology of the Arabian Peninsula, Sedimentary Geology of Saudi Arabia : U. S. Geol. Survey Prof. Paper 570-D, 147 pp.
5. **Fujii, N., 1977.** Kaolin Clay Deposits, Khasm Radi Area, Wasia Quadrangle, Kingdom of Saudi Arabia. TR-1977-11, Jeddah, 26 pp.
6. **El-Hiti, A. S., Issa, M. A., and Elboragy, M. H., 1978.**X-ray Identification of Saudi Arabian Clay. Dirassat, J. Coll. Education, Riyadh Univ., 2nd Issue, pp. 65-69.
7. **Moshrif, M. A., 1979.** Depositional Environments of Buwaib-Biyad -Wasia Rocks Deduced by X-ray Diffraction Analysis. J. Fac. Sci., Riyadh Univ., Vol. 10, pp. 123-141.
8. **Overstreet, W. C., Stoeser, D. B., Overstreet, E. F., and Goudarzi, G. H., 1977.** Tertiary Laterite of the As Sarat Mountain, Asir Province, Saudi Arabia, Bulletin No. 21, DGNR, Jeddah, 30 pp.
9. **See Reference No. 4.**
10. **Roger, J. and Al Habshi, A., 1977.** Al Lidam Clay Deposit, Drilling and Test for Structural Clay Products, BRGM, 77 Jeddah 37, 20 pp.
11. **Elkholy, M., 1977.** Yanbu Construction and Industrial Materials, Geological Study, Tr 1977-1, Jeddah, 61 pp.
12. **See Reference No. 4.**
13. **Ass'ad, G. M., 1973.** Biostratigraphical Studies on Jurassic Rocks at Marrat City and Adjacent Areas, Saudi Arabia. M. Sc. Thesis, Ain Shams University, Cairo (Unpublished).
14. **Laurent, D. and Al Habshi, A., 1976.**Durma-Marrat Clay-Shale Deposit and its Economic Potential : BRGM, Open-File Report, 76 JED-21, Jeddah.
15. **Abed, A. M., 1979.**Lower Jurassic lateritic Redbeds from Central Abrabia. Sedimentary Geology, Vol. 24, pp. 149-156.
16. **Almohandis, A., 1983.** Mineralogical Study of the Marrat Clay Deposit. (In Preparation).